Aus dem Rätischen Kantonsspital Chur
Arbeit unter Leitung von PD Dr. med. M. Allgöwer

Die Ergebnisse der Behandlung frischer Unterschenkelfrakturen Erwachsener mittels Zugschraubenosteosynthese

Nachkontrolle einer geschlossenen Serie von 113 Fällen
(November 1957 bis Mai 1959)

Ingaural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der gesamten Heilkunde
der Medizinischen Fakultät der Universität Basel

1962

vorgelegt von *Eduard Corrodi,* von Küsnacht/Zürich

Basel 1963

Von der Medizinischen Fakultät Basel genehmigt

auf Antrag von Prof. Dr. R. Nissen

Tag der Promotion: 30. Mai 1962

Inhaltsverzeichnis

Einleitung
Behandlungsmethode
Durchführung der Nachkontrolle
Ergebnisse
Diskussion der Ergebnisse
Über die «Primäre Knochenheilung»
Schlussfolgerungen
Zusammenfassung
Literaturverzeichnis
Curriculum vitae

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546005_0132

Die Ergebnisse der Behandlung frischer Unterschenkelfrakturen Erwachsener mittels Zugschraubenosteosynthese Nachkontrolle einer geschlossenen Serie von 113 Fällen (November 1957 bis Mai 1959)

Über die Behandlung der geschlossenen Unterschenkelfrakturen Erwachsener herrscht noch immer keine Einigkeit. Den Befürwortern eines operativen Vorgehens stehen die Vertreter der konservativen Behandlung gegenüber. Man sollte glauben, die Vielzahl der Fälle hätte eine kritische Überprüfung der Ergebnisse schon längst zu Gunsten der einen oder andern Methode entschieden. Es lässt sich aber zeigen, dass die objektive Bewertung einer Frakturbehandlung auf Schwierigkeiten stösst. Als Kriterien gelten Hospitalisationsdauer, Zeitpunkt der Belastung, Dauer der Arbeitsunfähigkeit, bleibende Nachteile und Anzahl der Komplikationen.

Die Hospitalisationsdauer wird oft durch die Platz- und Kostenfrage und die Möglichkeit der häuslichen Pflege diktiert. Es sind also eine Menge unfallfremder Faktoren im Spiel und damit fällt dieses Kriterium dahin. Das gleiche gilt vom Beginn der Belastung. Sie hängt oft stark vom Temperament des Verunfallten und des behandelnden Arztes ab. Abgesehen davon lässt sie sich bei einer katamnestischen Untersuchung oft nicht mehr mit Sicherheit eruiren, da die Angaben der Patienten häufig ungenau sind. Die Dauer der Arbeitsunfähigkeit wird oft als wesentliches Kriterium angeführt. Ihre grosse soziale Bedeutung soll nicht bezweifelt werden, ein objektives Mass ist sie aber auch nicht. Sie ist sehr von der Arbeitswilligkeit des Verunfallten abhängig, noch mehr aber von der Art seines Berufes. Der Bureauangestellte ist auch mit einem nicht belastungsfähigen Bein wieder teil- oder sogar voll arbeitsfähig. Ausserdem lässt sich die Dauer der Arbeitsunfähigkeit nur bei Versicherten genau bestimmen.

Wir sind der Meinung, dass eigentlich nur die Zahl der bleibenden Nachteile ein

Werturteil über die Frakturbehandlung zu stellen erlaubt. Die Wiederherstellung der funktionellen und anatomischen Integrität bleibt oberstes Ziel der Frakturbehandlung. Damit ist nicht nur die Konsolidation in einer günstigen Stellung zu verstehen, sondern die volle Gebrauchsfähigkeit der Extremität mit unvermindeter Beweglichkeit sämtlicher Gelenke und intakten Weichteilen. Diesen Belangen wird unseres Erachtens zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt. Allzu oft begnügt man sich mit der röntgenologisch festgestellten Konsolidation und berücksichtigt die Gelenke und Weichteile nur mangelhaft. Dauernde Beeinträchtigungen lassen sich zudem objektiv leicht feststellen und eignen sich deshalb für den Vergleich von Behandlungsmethoden.

Die Durchsicht der Literatur zeigt, dass sowohl die konservative Behandlung der Unterschenkelfraktur mittels Extension und nachherigem Gipsverband, wie auch die chirurgische mittels Cerclage und anschliessender Ruhigstellung im Gipsverband mit einer erheblichen Zahl von Dauerschäden belastet ist *(Blum)*. Aus dieser Erkenntnis heraus wurde in den letzten Jahren am Kantonsspital Chur nach Möglichkeit die operative Stabilisierung gebrochener Unterschenkel so durchgeführt, dass ein Maximum an mechanischer Stabilität angestrebt wurde, um eine sofortige postoperative Mobilisierung der frakturnahen Muskeln und Gelenke zu ermöglichen. Technische Mittel der stabilen Osteosynthese zur Erreichung dieses Zieles waren: Marknagel nach Aufbohrung der Markhöhle, Kompressionsplatten und Kompressionsschrauben. Das grösste Patientenkontingent wurde mit der Verschraubung behandelt und stellt den Gegenstand der jetzigen Nachuntersuchung dar.

Grundsätze und heutige Technik der Verschraubung wurden kürzlich von *Allgöwer* (1961) publiziert. Diese Technik basiert auf den eigenen Erfahrungen mit den ersten ca. 200 Verschraubungen und ist in enger Zusammenarbeit mit *M. E. Mueller* herausgearbeitet worden. Es unterliegt keinem Zweifel, dass in der ersten Serie eine Reihe technischer und indikatorischer Schwierigkeiten und Fehler eingeschlossen sind. Zwei Prinzipien wurden aber von Anfang an konsequent durchgeführt, nämlich 1. die Sofortoperation am Unfalltag und

2. die Frühbewegung des verletzten Gliedes spätestens 24 Stunden nach der Operation, d. h. eine gipsfreie Nachbehandlung während mindestens 10 Tagen. Postoperativ wurde das Bein hochgelagert und schon am Tage nach der Operation setzten die aktiven Bewegungsübungen des Kniegelenks und der Fussgelenke ein. Diese werden im allgemeinen erstaunlich schmerzfrei ausgeführt. Bis am Ende der ersten Woche ist bis auf seltene Ausnahmen die volle Gelenksbeweglichkeit wieder erreicht und das Frakturhämatom resorbiert. In der Regel verlassen die Patienten nach 10 Tagen die Klinik. Am Vortag der Entlassung erhielten die Patienten der «ersten Serie» einen fixierenden Verband aus Plexidon und zwar nur bis zum Knie. Mit der Belastung wurde bei einfachen Torsionsfrakturen 6 Wochen, bei Drehkeilfrakturen 8 Wochen und bei Splitterfrakturen 12 Wochen zugewartet und die Belastung nach Massgabe der Schmerzfreiheit langsam gesteigert.

Es schien von besonderem Interesse, die Spätresultate gerade der ersten, mit Fehlern behafteten Serie in Bezug auf Dauerresultate zu untersuchen. Die Ergebnisse der Nachkontrolle sollen im folgenden dargestellt werden. In einer nächsten Arbeit werden dann die Ergebnisse dieser ersten Serie mit denjenigen des Winters 1961/62 verglichen werden.

In der Zeit vom 21. November 1957 bis 1. Mai 1959 wurden im Kantonsspital Chur 200 Patienten mit Unterschenkelfrakturen operativ behandelt. Hievon hatten 138 ihren Wohnsitz in der Schweiz und 62 im Ausland. Bei den in der Schweiz wohnhaften Verunfallten wurden folgende Operationsverfahren angewendet:

117 Zugschraubenosteosynthesen, 5 Rushpins, 16 Marknagelungen

Bei den Zugschraubenosteosynthesen handelte es sich in vier Fällen um bereits vorbehandelte Frakturen, die wegen schlechten Ergebnisses zur Osteosynthese eingewiesen wurden. Sie werden, da wir uns auf die frischen Frakturen beschränken wollen, nicht berücksichtigt, so dass uns ein Kollektiv von 113 Zugschraubenosteosynthesen bleibt. Dieses wurde ein halbes bis anderthalb Jahre

nach dem Unfall kontrolliert. Die Nachuntersuchung gestaltete sich insofern schwierig, als der Grossteil der Verletzten nicht aus dem Einzugsgebiet des Kantonsspitals Chur stammt, sondern nur in diesem Gebiet beim Skifahren verunfallt ist. Es war uns deshalb nicht möglich, sie zu einer Nachuntersuchung ins Kantonsspital zu bestellen. Sofern sie nicht von sich aus für eine Kontrolle oder zur Metallentfernung kamen, suchten wir sie an ihrem Wohnort auf. Auch konnten wir keine frischen Röntgenbilder anfertigen, sondern mussten die von den nachbehandelnden Ärzten veranlassten Aufnahmen einfordern. Es gelang uns, alle Patienten zu untersuchen. Von 8 Patienten konnten wir die Röntgenbilder nicht beibringen, bei einer Patientin wurde nach Spitalentlassung überhaupt keine Röntgenaufnahme mehr gemacht.

Die lückenlose Erfassung aller Patienten erscheint uns besonders wichtig, nur so gewinnt man ein zuverlässiges Bild. Ursprünglich beabsichtigten wir, auch die Ausländer in unsere Kontrolle aufzunehmen, doch liessen sich innert nützlicher Frist nicht alle erreichen, zudem wäre eine Nachuntersuchung nur auf dem Korrespondenzwege möglich gewesen, so dass wir es vorzogen, uns auf ein kleineres, dafür lückenlos erfasstes Kollektiv zu beschränken.

Der Zeitpunkt von ein bis anderthalb Jahren nach dem Unfall scheint uns für eine Nachkontrolle der günstigste zu sein, da sich dann das funktionelle Ergebnis und bleibende Schäden gut beurteilen lassen.

Ergebnisse

Tabelle 1 vermittelt einen Überblick über das Gesamtresultat der 113 verschraubten Fälle. 63 sind innerhalb 4 Monaten komplikationslos konsolidiert, davon 57 mit einer Restitutio ad integrum, einmal zeigte das obere, viermal das untere Sprunggelenk eine relative Einschränkung, ohne dass daraus eine Invalidität im Versicherungssinne resultierte.

Zu den verzögerten Heilungen werden alle die Fälle gerechnet, die mehr als 4 Monate zur knöchernen Konsolidierung brauchten. Ihr endgültiges Resultat unterscheidet sich aber nicht von dem anderer Fälle, abgesehen davon, dass die durchschnittliche Arbeitsunfähigkeit von 75 auf 151 Tage ansteigt.

Tabelle 1

Zusammenstellung der Ergebnisse
der primär verschraubten Unterschenkelfrakturen
aller Schweizer Patienten
vom 21. November 1957 bis 1. Mai 1959

Anzahl	Art der Knochenheilung	Spitalaufenthalt Tage		Arbeitsunfähigkeit Tage	Resultate					
		erster	spätere (Metall-entfernung Kompl.)		Einschränkung der Gelenksfunktion Knie	Oberes Sprung-gelenk	Unteres Sprung-gelenk	Varia	Restitutio ad integrum	Invalidität
63	Komplikationslos	10,7	4,2	75,1	0	1	4	2 a, b	57	0
30	Verzögerte Heilung	12,5	5,3	151,5	0	0	1	1 c	28	0
8	Refrakturen	23,0	17,6	136,4	0	1	1	2 d, e	5	1 g
8	Pseudarthrosen	9,6	25,8	246,6	0	2	3	—	5	0
2	Infektionen	10,5	47,5	117	0	0	1	1 f	1	0
2	Sudeck	10,5	43,5	267	0	1	1	—	1	0

a) Fixierter Hochstand der Grosszehe
b) Unmöglichkeit, Grosszehe zu heben
c) Hautinfektion über Schraubenkopf
d) Varusstellung von 12^0
e) Antecurvation von 15^0
f) kosmetisch störende Narben
g) Zeitlich limitierte Teilinvalidität, Abfindung

Von 113 Verschraubungen sind somit 93 praktisch unproblematisch geheilt mit 85 Restitutiones ad integrum und 8 leichten Beeinträchtigungen ohne versicherungsmässige Invalidität.
Die folgenden Tabellen erlauben eine genauere Analyse der 20 (= 18%) Fälle mit relevanteren Komplikationen.
Tabelle 2 zeigt die Beziehung des Frakturtypus zu dem Ergebnis und insbesondere zu den Komplikationen. Es springt sofort in die Augen, dass mit Zunahme der Fragmente und Verkürzung der Frakturlinien mehr Komplikationen resultierten.
In Tabelle 3 werden die 8 Refrakturen einzeln aufgeführt. Die 5 frühen Refrakturen (innerhalb 10 Tagen) waren 4 mal durch mechanisch ungenügende Stabilisierung, einmal durch eigentlichen Sturz bedingt. Die 3 späten Refrakturen haben alle sehr früh belastet, d. h. wenige Tage nach Spitalaustritt.
Von den 8 Pseudarthrosen (Tabelle 3 b) konnten wir 5 selber nachbehandeln. Wir haben die Schrauben entfernt und sofort eine Marknagelung durchgeführt. In diesen 5 Fällen betrug die Hospitalisationsdauer für Sekundäreingriffe im Durchschnitt 15 Tage und die Arbeitsunfähigkeit 183 Tage. Die restlichen 3 Fälle wurden auswärts versorgt, und zwar zweimal mit Span und einmal lediglich durch Ruhigstellung. Die zwei mit Span operierten Fälle benötigten eine Hospitalisierung von 67 Tagen und zeigten eine Arbeitsunfähigkeit von 340 Tagen, der mit Ruhigstellung behandelte Fall kam auf eine Arbeitsunfähigkeit von 378 Tagen.
Bei den Infektionen sind die Fälle angeführt, die eine Knochenbeteiligung zeigten. Bei beiden Fällen wurde die Infektion relativ spät manifest, einmal 38, einmal 180 Tage nach der Operation. Beide Infekte konnten relativ leicht beherrscht werden, das eine Mal durch Kombination lokaler und allgemeiner Antibiotika, das andere Mal durch allgemeine Antibiotika allein. Da die Infektion röntgenologisch auf eine Schraube beschränkt war und zudem die Fraktur schon gut anfixiert erschien, wurde die von einer Resorptionszone umgebene Schraube entfernt. Bei Infektion unmittelbar nach der Operation wäre ein solches Vor-

Tabelle 2 Heilverlauf in Abhängigkeit von Frakturtypus und Frakturlänge

				Komplikationen			Rö fehlt			Total
	Primäre Knochenheilung	Heilung mit Kallus	Verzögerte Heilung	Refrakturen	Pseudarthrosen	Inf.	Sudeck	Klinisch gut	Klinisch verzögert	
Einfache Torsionsfraktur kürzer als doppelte Schaftbreite		1		1	1					3
Einfache Torsionsfraktur länger als doppelte Schaftbreite	12	14	12	1			1	4		44
Torsionsfraktur mit Fissur in einem Hauptfragment	3	3	2		1	2				11
Torsionsfraktur mit Drehkeil, ein Hauptfrakturspalt kürzer als doppelte Schaftbreite					2					2
Torsionsfraktur mit Drehkeil, beide Hauptfrakturspalten länger als doppelte Schaftbreite	17	5	14	5	1		1	3	1	47
Mehrfragmentenbruch		1	1	1	3					6
Total	32	24	29	8	8	2	2	7	1	113

Tabelle 3 Zusammenstellung der Fälle mit Komplikationen

a) Refrakturen

Nr.	Frakturtypus	Operationsergebnis	Refraktur Tage nach Unfall	Behandlung	Kontrolle Monate nach Unfall	Ergebnis	Bemerkungen
1	Torsionsfraktur mit drittem Fragment, länger als doppelte Schaftbreite	ungenügend distales Fragment nur von einer Schraube gefasst	7	Marknagel	21	achsengerechte Stellung, Gelenke voll beweglich, leichte Atrophie der Muskulatur	Marknagel noch nicht entfernt
2	Einfache Torsionsfraktur kürzer als doppelte Schaftbreite	ungenügend nur zwei Schrauben im Abstand von 1½ cm	9	Marknagel	21	belastet voll Beweglichkeit der Fussgelenke leicht eingeschränkt	
3	Einfache Torsionsfraktur länger als doppelte Schaftbreite	Frakturspalt klafft	5	Reosteosynthese mit Schrauben und Hemicerclage	20	Restitutio ad integrum	
4	Torsionsfraktur mit drittem Fragment, länger als doppelte Schaftbreite	gut	56	Oberschenkelgips während 12 Wochen	11	Restitutio ad integrum	Ab dritter Woche nach Unfall voll belastet
5	Torsionsfraktur mit drittem Fragment, länger als doppelte Schaftbreite	gut	9	Reosteosynthese mit Schrauben	9	Restitutio ad integrum	Sturz auf Toilette

Nr.	Frakturtypus	Operations-ergebnis	Refraktur Tage nach Unfall	Behandlung	Kontrolle Monate nach Unfall	Ergebnis	Bemerkungen
6	Torsionsfraktur mit Drehkeil länger als doppelte Schaftbreite	ungenügend nur zwei Schrauben	9	Extension	22	Varusstellung von 12° Sprunggelenke vermindert beweglich keine Rente	
7	Mehrfragmentenbruch	primär gut, im Laufe von vier Wochen Dislokation	32	Reosteosynthese mit Schrauben und Hemicerclage	19	Antecurvation von 15° Gelenke voll beweglich Abfindung	Refraktur durch Ausgleiten, vorher schon disloziert
8	Torsionsfraktur mit drittem Fragment länger als doppelte Schaftbreite	gut	34	Phemisterspan (auswärts)	9	volle funktionelle Restitution, abends leichte Ödeme	Verfrüht belastet (Ab 11. Tag nach Unfall)

b) Pseudarthrosen

Nr.	Frakturtypus	Operationsergebnis	Pseudarthrose Monate nach Unfall	Behandlung	Kontrolle Monate nach Unfall	Endergebnis	Bemerkungen
9	Torsionsfraktur länger als doppelte Schaftbreite Fissur in einem Fragment	Hauptspalt nur durch zwei Schrauben im Abstand von 2 cm gesichert	2½	Marknagel	9	Stellung gut Gelenke voll beweglich Muskulatur atrophisch	Bruch einer Schraube Weiterbelastung trotz Schmerzen
10	Torsionsfraktur mit drittem Fragment länger als doppelte Schaftbreite	Fixation mit zwei Schrauben und eine Cerclage ungenügend	3	Phemisterspan (auswärts)	20	Restitutio ad integrum	Frühfall bei Einführung der Methode
11	Torsionsfraktur mit drittem Fragment kürzer als doppelte Schaftbreite	Fixation ungenügend	8	Marknagel	19	Stellung gut, Gelenke voll beweglich Muskulatur atrophisch	
12	Einfache Schrägfraktur kürzer als doppelte Schaftbreite	Fixation ungenügend	8	Marknagel	24	Stellung achsengerecht, Beweglichkeit der Fussgelenke leicht eingeschränkt	

Nr.	Frakturtypus	Operationsergebnis	Pseudarthrose Monate nach Unfall	Behandlung	Kontrolle Monate nach Unfall	Endergebnis	Bemerkungen
13	Mehrfragmentenbruch	gut	6	Marknagel	20	Restitutio ad integrum	
14	Mehrfragmentenbruch	gut	8½	Marknagel	20	Restitutio ad integrum	Belastet trotz Schmerzen weiter
15	Mehrfragmentenbruch	gut	9	Ruhigstellung (auswärts)	19	Stellung achsengerecht, Beweglichkeit der Fussgelenke leicht eingeschränkt, voll arbeitsfähig	
16	Torsionsfraktur länger als doppelte Schaftbreite Fissur in einem Fragment	Fissur nicht gesichert	7	Phemisterspan (auswärts)	20	Stellung gut Gelenke voll beweglich Muskulatur atrophisch	

c) Infektionen

Nr.	Beginn Tage nach Unfall	Angaben und Befunde	Behandlung	Kontrolle Monate nach Unfall	Endresultat
17	38	Schmerzen im Frakturbereich septische Temperaturen Röntgen: Osteolytische Zone um oberste Schraube	Schraubenentfernung intramedulläre Spüldrainage Antibiotica	8	Funktionelle Restitutio ad integrum Kosmetisch störende Narben
18	180	infiziertes Unterschenkelekzem unter Plexidonverband kleiner Abszess im Bereiche der obersten Schraube, kein Fieber	Schraubenentfernung Antibiotica	10	Voll belastungsfähig Beweglichkeit der Fussgelenke leicht eingeschränkt Röntgen: Konsolidation in achsengerechter Stellung, Infekt abgeklungen

d) Sudeck

Nr.	Beginn Tage nach Unfall	Angaben und Befunde	Behandlung	Kontrolle Monate nach Unfall	Endresultat
19	120*	Atrophie der Muskulatur Unterkühlung der Haut, Beweglichkeit der Fussgelenke stark eingeschränkt Röntgen: fleckige Entschattung	mehrwöchige Bäderkur physikalische Behandlung Prednison	20	Gang hinkfrei Beweglichkeit der Sprunggelenke leicht eingeschränkt leichte Atrophie der Muskulatur Haut nicht unterkühlt
20	90	Schmerzen an Frakturstelle Fuss unterkühlt, Paraesthesien Röntgen: fleckige Entschattung		20	Restitutio ad integrum

* Nach Entlassung aus dem Spital Chur aus sozialer Indikation anderweitig hospitalisiert und dort 9 Wochen in Oberschenkelgips ruhiggestellt.

gehen nicht zu empfehlen, wenigstens nicht, solange der eingeführte Fremdkörper noch Stabilität vermittelt.
In 2 Fällen hat sich eine Dystrophie entwickelt, die nicht lediglich auf den Knochen beschränkt war, sondern auch die Weichteile beteiligte. In diesen Fällen konnte man von einer eigentlichen Sudeck'schen Dystrophie sprechen. Der eine dieser Patienten war auswärts 9 Wochen in einen hohen Gips gesteckt und ohne jede Physiotherapie belassen worden. Er zeigte 20 Monate nach der Operation noch leicht eingeschränkte untere Sprunggelenke, war aber als *Suva*-Patient ohne Rente abgeschlossen. Der andere Patient war klinisch wesentlich weniger eindrucksvoll und 20 Monate postoperativ konnte eine Restitutio ad integrum festgestellt werden.

Diskussion

Bei der Besprechung der Ergebnisse möchten wir vorerst die Tatsache festhalten, dass bei den 113 Unterschenkelfrakturen 97 Mal eine Restitutio ad integrum erreicht wurde und nur ein Fall mit einer Rente endigte, und auch dieser nur mit einer zeitlich befristeten Teilrente. *Blum* kommt im Patientengut der *Suval* bei den cerclierten Unterschenkelfrakturen, die sich in Bezug auf Bruchform und Bruchlokalisation weitgehend mit den unsrigen decken dürften, auf eine Rentenhäufigkeit von 26,3%. Die Angaben der Literatur schwanken zwischen 4 % (*Lambotte, Kessler*) und 57,1 % (*Suva* 1933/34), sie sind in der Zusammenstellung von *Blum* eher etwas günstiger für die cerclierten Brüche als für die konservativ behandelten. Unser Ergebnis von 1 Teilinvalidität auf 113 Fälle, wobei es sich um ein lückenlos erfasstes Kollektiv handelt, verdient deshalb Beachtung.
Wir schreiben das günstige Ergebnis vor allem der durch die stabile Osteosynthese möglich gewordenen Frühmobilisierung zu. Die Invalidität rührt in den meisten Fällen von versteiften Gelenken und nicht von schlecht konsolidierten Frakturen her. Durch die Frühmobilisation lassen sich diese Versteifungen verhüten. Unsere Hypothese, dass die Immobilisierung eines abgeschwollenen und voll beweglichen Gelenkes 10 Tage nach der Fraktur zu keinen wesentlichen

Versteifungen mehr führe, wird durch das Ergebnis der Nachkontrolle vollauf bestätigt. *Geiser* glaubt, die Restitution der Gelenke erfolge proportional zur knöchernen Konsolidation. Unsere Erfahrungen zeigen, dass bei stabiler Osteosynthese die Gelenke lange vor der knöchernen Heilung voll bewegt werden können. Die Cerclage gestattet diese Frühmobilisation nicht, da sie keine stabile Osteosynthese darstellt, sie benötigt eine zusätzliche äussere Fixation. Damit verzichtet man aber auf den grössten Vorteil der Osteosynthese.
Die Zahl von 20 Komplikationen der knöchernen Heilung auf unsere 113 Fälle ist recht hoch. Wir müssen ihr aber entgegenhalten, dass es sich um eine neue Methode der Frakturbehandlung handelt und Erfahrungen erst gesammelt werden mussten und dass mit einer Ausnahme alle ohne Rente abgeschlossen werden konnten, bei 12 sogar noch eine Restitutio ad integrum eintrat. Diese Zahlen zeigen, dass die knöcherne Heilung nur einen Teilprozess im Heilverlauf einer frakturierten Extremität darstellt und dass ihre Störung bei intakten Gelenken und Weichteilen behoben werden kann. Dennoch sollten Mittel und Wege gefunden werden, um ihre Zahl in Zukunft herabzusetzen. Als Ursache der 16 Refrakturen und Pseudarthrosen finden wir:

Mehrfragmentenbruch	4
Frakturlänge geringer als doppelte Schaftbreite	4
Ungenügende Fixation	4
Verfrühte Belastung	3
Erneuter Sturz	1

Betrachten wir diese Tabelle, so sehen wir, dass entweder die Operationsindikation für die Verschraubung in Zukunft enger zu stellen ist, oder dass die Stabilisierung, respektive die Überbrückung der Frakturzone technisch besser gelöst werden muss. Dieser letzte Weg wurde in der letzten Zeit durch die Kombination von Schrauben und Platten erfolgreich eingeschlagen (Siehe Mitteilung II). Aus Tabelle 2 geht deutlich hervor, dass je kürzer die Fraktur ist, desto grösser die relevante Zahl von Komplikationen wird. Mehrfragmentenbrüche sind dem-

nach für die Verschraubung in der ursprünglichen einfachen Form nicht gecignet. Das bei Einführen der Methode aufgestellte Richtmass, wonach die Fraktur doppelt so lang sein muss, wie der Schaft an der betreffenden Stelle breit ist, hat sich bewährt. Als Frakturlänge betrachten wir dabei den Abstand zweier Lotebenen zur Schaftachse durch die Fragmentspitzen, als Schaftdicke den Durchmesser des Knochens.

Die Gruppe der «ungenügenden Operationen» dürfte mit zunehmender Erfahrung kleiner werden. Wohl kaum ganz vermeiden lassen wird sich aber eine verfrühte Belastung, da es immer wieder uneinsichtige Patienten geben wird. Die Unvernunft weniger soll aber nicht hindern, eine Methode, die bei Einhalten der Anordnungen Gutes leistet, weiterhin anzuwenden. Retrospektiv gesehen haben wir die Patienten wohl vorerst zu wenig vor den Gefahren eines übertriebenen Optimismus gewarnt. Eine sorgfältige Aufklärung der Patienten während des Spitalaufenthaltes vermag hier viel auszurichten.

Zur Behandlung von Refrakturen und Pseudarthrosen hat sich uns die Marknagelung sehr bewährt, besonders bei Pseudarthrosen ist sie technisch sehr leicht durchzuführen und führt im Gegensatz zur primären Nagelung von Trümmerfrakturen praktisch nie zu Achsen- und Rotationsfehlern. Ein Spitalaufenthalt von 8 bis 10 Tagen genügt meistens. Nach wenigen Wochen können die Verunfallten voll belasten und beschwerdefrei umhergehen. Der Marknagel wird im allgemeinen 12 Monate belassen. An auswärtigen Spitälern wurde 3 Mal ein Phemisterspan angelegt. Damit konnte ebenfalls ein gutes Endergebnis erreicht werden, es war aber immer ein langer Spitalaufenthalt notwendig. In zwei Fällen erfolgte die Konsolidation durch Ruhigstellung im Gipsverband, sie hat ebenfalls eine längere Arbeitsunfähigkeit zur Folge als die Marknagelung.

Weniger bewährt hat sich die Reosteosynthese mit Schrauben. Insgesamt wurden 3 Refrakturen so behandelt, eine heilte gut, eine verzögert und die dritte führte zur Teilinvalidität. In einem Fall, kurz nach Einführung der Methode, wurde eine Extension angelegt, der Erfolg war nicht befriedigend, die Heilung erfolgte in Varusstellung von 12°.

Unsere Statistik ist mit 2 Fällen von Sudeck belastet. Bei einem machen wir die Nachbehandlung dafür verantwortlich, der Patient wurde kurz nach Entlassung aus dem Spital Chur aus sozialer Indikation in einem Spital hospitalisiert, wo für 9 Wochen ein Oberschenkelgips angelegt wurde. Die Zahl von 2 darf bei dieser nicht seltenen Komplikation als klein bezeichnet werden. Wir schreiben das günstige Ergebnis der Frühmobilisation zu.

Die Infektionsgefahr wird von den Anhängern der konservativen Behandlung immer wieder als wichtiges Argument gegen die operative Frakturbehandlung angeführt. Wir müssen zugeben, dass jede Infektion eine Behandlungsfolge darstellt, die bei konservativem Vorgehen wahrscheinlich nicht eingetreten wäre. Unsere beiden Fälle liessen sich mit Antibiotika und chirurgischen Massnahmen beherrschen, und es konnte ein gutes funktionelles Resultat erzielt werden. Die Zahl von 2 verbietet zu weitgehende Schlussfolgerungen; als Indiz, dass die Infektionen dank der Antibiotika an Schrecken verloren haben, mögen sie doch gelten.

Das verwendete Metall (V4A-Stahl) wurde vom Knochen sehr gut vertragen. Reizerscheinungen in Form starker Kallusbildung traten an den Orten auf, wo die Fraktur ungenügend fixiert war, nicht aber in der Umgebung der Schrauben. Die gute Verträglichkeit des Metalls führt uns dazu, die Entfernung nicht mehr routinemässig zu empfehlen.

Bei der Überprüfung des Heilverlaufes machten wir eine interessante Feststellung: etwa ein Drittel der Frakturen heilte ohne eine im Röntgenbild sichtbare Kallusbildung. Unmittelbar nach der Verschraubung ist bei idealer Reposition der Frakturspalt höchstens als schmale Aufhellungszone sichtbar. Nach 6 Wochen ist sie schmaler, die Begrenzung etwas unscharf, und es sind bereits feine Knochenstrukturen sichtbar. Nach 8 bis 10 Wochen ist von der Fraktur schon fast nichts mehr sichtbar, die frühere Frakturlinie lässt Knochenstruktur erkennen. Eine röntgenologisch sichtbare Reaktion des Periostes findet nicht statt. Auch eine Verdichtung der Knochenstruktur im Frakturbereich, die als endostale Reaktion gedeutet werden müsste, ist nicht nachweisbar. Nach 12

Wochen sind die Schrauben im Röntgenbild die einzig sichtbaren Spuren der Fraktur, der Frakturspalt ist völlig durchgebaut.
Wir haben hier einen Heilablauf vor uns, wie er in Frakturen in spongiösen Knochen bekannt ist. Für Kompaktafrakturen wurde er unseres Wissens erstmals von *Danis* beschrieben und als «primäre Knochenheilung» bezeichnet. Dieser Autor betrachtet sie als die ideale Frakturheilung, die nur durch eine Osteosynthese zu erreichen ist.
Geiser hält eine Primärheilung von Schaftfrakturen für unmöglich, da in histologischen Schnitten stets eine Nekrose der Fragmentenden beobachtet werde. Der intermediäre Kallus bilde sich von der Seite her, vom Periost aus, und nicht vom Knochen her. Wir möchten zu seinen Ausführungen nur insofern Stellung nehmen, als wir in einer beachtlichen Zahl, nämlich rund einem Drittel unserer Fälle, eine Heilung ohne röntgenologisch sichtbaren Kallus und ohne Zeichen von Knochenabbau an den Fragmentspitzen beobachten konnten. Auf Grund der Röntgenbefunde halten wir die Primärheilung von Schaftfrakturen für möglich. Es wird Aufgabe histologischer Untersuchungen sein, die wir nicht angestellt haben, über den feingeweblichen Heilverlauf Klarheit zu schaffen.
Voraussetzung einer Primärheilung sind ideale Reposition und stabile Fixation. Bei geringem Klaffen des Frakturspaltes beobachten wir stets eine mehr oder weniger überschiessende Kallusbildung, insbesondere, wenn eine primäre oder sekundäre Instabilität hinzukommt. Aus theoretischen Gründen glauben wir, dass die Frühoperation eine Primärheilung begünstigt. Die in Berührung stehenden Fragmentenden zeigen dann noch wenig sekundäre Veränderungen und bieten die besten Voraussetzungen für eine direkte, angiogene Wiedervereinigung der Kanalsysteme. Einen Beweis können wir mit unsern Fällen allerdings nicht erbringen, da alle Frakturen innerhalb der ersten 24 Stunden nach dem Unfall operiert wurden. Interessant ist aber die Feststellung von *Blum,* dass die Ergebnisse bei den in den ersten Tagen nach dem Unfall cerclierten Unterschenkelfrakturen besser sind als bei den erst im Laufe der zweiten Woche oder noch später operierten Fälle.

Abgesehen von der faszinierenden biologischen Seite hat die Kenntnis der Primärheilung auch grosse praktische Bedeutung. Mehr als einmal sahen wir, dass von nachbehandelnden Ärzten aus dem Fehlen von Kallus auf eine mangelhafte Frakturheilung geschlossen und deshalb mit der Belastung unnötig zugewartet wurde.

Schlussfolgerungen

1. Die Verschraubung frischer Unterschenkelfrakturen eignet sich für Schräg- und Torsionsbrüche mit und ohne drittem Fragment, deren Bruchfläche mindestens die Länge der doppelten Schaftbreite aufweist. Mehrfragmentenbrüche sollen nur ausnahmsweise mit Schrauben allein behandelt werden (Siehe Mitteilung II).
2. Die Frühmobilisation verhindert Gelenksteifen, auch wenn später noch eine Ruhigstellung der Gelenke erfolgt.
3. Komplikationen der Knochenheilung lassen sich besser beherrschen als versteifte Gelenke und führen bei sachgemässer Behandlung kaum zu dauernden Beeinträchtigungen.
4. Die Primärheilung von Schaftfrakturen ist möglich. Voraussetzungen sind ideale Reposition und stabile Fixation, begünstigend wirkt wahrscheinlich auch die Frühoperation.
5. Die Ergebnisse einer geschlossenen Serie von 113 zum Teil mit technisch ungenügenden Mitteln verschraubten Frakturen lassen erkennen, dass sie bessere funktionelle Endresultate ergeben als die konservative Behandlung oder die in der Schweiz früher hauptsächlich geübte Fixierung mit Cerclagedrähten und primärem Gips.

Zusammenfassung

113 durch Zugschraubenosteosynthese behandelte frische Unterschenkelfrakturen werden ½ bis 2 Jahre nach dem Unfall kontrolliert. In 97 Fällen erfolgte eine Restitutio ad integrum, in einem einzigen Fall musste eine Abfindung, in keinem eine Dauerrente zugesprochen werden. Da in der Literatur über eine Rentenhäufigkeit von 4 bis 57% berichtet wird, ist das Ergebnis als sehr gut zu bezeich-

nen. Verhältnismässig zahlreich sind Komplikationen aufgetreten, sie sind den noch mangelnden Erfahrungen mit der neuen Methode zuzuschreiben und dürften in Zukunft seltener werden. Dank der Frühmobilisation führten sie nicht zu schweren dauernden Beeinträchtigungen. Das eingeführte Metall, V4A-Stahl, wurde vom Knochen durchwegs sehr gut vertragen.

Ein Drittel der Frakturen heilte ohne im Röntgenbild sichtbare Kallusbildung durch Durchbau der Frakturspalten. Dieser Heilmodus wird nach *Danis* als Primärheilung bezeichnet, er ist von biologischem und praktischem Interesse.

Literatur

Allgöwer, M.: Verschraubung von Tibiafrakturen. Helv. chir. Acta, *28,* 214, 1961

Blum, H.: Beitrag zur operativen Behandlung der Unterschenkelfrakturen. Dissertation Zürich, 1956

Danis, R.: Théorie et pratique de l'Ostéosynthèse. Paris 1949

Geiser, M.: Kritische Bemerkungen zur Frage der Cerclage von Torsions- und Schrägfrakturen des Schaftknochens, insbesondere der Tibia. Zugleich ein Beitrag zum Problem der Frakturheilung. Schw. med. W'schrift, *88,* 137, 1958

Kessler, G.: zit. nach Blum

Lambotte, A.: Le traitement des fractures. Masson, Paris 1907

Müller, M.: Principes d'ostéosynthèse. Helv. chir. Acta, *28,* 198, 1961

Am 2. Mai 1927 wurde ich in Küsnacht/ZH, meiner Heimatgemeinde, geboren. Ich besuchte dort die Primar- und die Sekundarschule, anschliessend die Kant. Handelsschule in Zürich. 1949 legte ich die Eidgenössische Maturitätsprüfung ab, 1956 das Staatsexamen in Zürich. Seither war ich Assistent auf der chirurgischen und auf der medizinischen Klinik des Kantonsspitals Glarus, am Kantonalen Frauenspital Chur und auf der psychiatrischen Universitätsklinik Zürich. Vor Antritt der Stelle am Kantonalen Frauenspital Chur habe ich unter Leitung von Herrn PD Dr. med. M. Allgöwer die Nachkontrolle für die vorliegende Arbeit ausgeführt.